

ВСП «Рівненський коледж  
НУБіП України»

**2017**  
**GeoWeek**  
V Інтернет-форум

Науковий вісник XI

**Міністерство освіти і науки України**

**ВСП «Рівненський коледж Національного університету  
біоресурсів і природокористування України»**

# **Науковий вісник XI**

**V Інтернет-форум**

**GeoWeek 2017**

**Рівне 2017**

## Головний редактор

Качановський О.І., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист, заступник директора з виробничої роботи ВСП «Рівненський коледж НУБіП України»

## Редакційна колегія

Люльчик В.О., к. с/г наук, спеціаліст вищої категорії, завідувач технічним відділенням ВСП «Рівненський коледж НУБіП України».

Русіна Н.Г., к. п. н., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист, голова циклової комісії землевпорядних дисциплін ВСП «Рівненський коледж НУБіП України».

Лютко М.Г., спеціаліст другої категорії, викладач ВСП «Рівненський коледж НУБіП України».

Бусленко Г.М., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист ВСП «Рівненський коледж НУБіП України»

Кийко Н.М., спеціаліст вищої категорії, викладач ВСП «Рівненський коледж НУБіП України»

Кушнірук О.М., спеціаліст другої категорії, викладач ВСП «Рівненський коледж НУБіП України»

Рудько О.М., спеціаліст другої категорії, викладач ВСП «Рівненський коледж НУБіП України»

Лагоднюк Р.А., спеціаліст першої категорії, викладач ВСП «Рівненський коледж НУБіП України»

Петрова О.М., спеціаліст вищої категорії, викладач ВСП «Рівненський коледж НУБіП України»

Малимон С.С., спеціаліст вищої категорії, викладач-методист ВСП «Рівненський коледж НУБіП України»

Розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії землевпорядних дисциплін, протокол №7 від «06» березня 2017 р.

© Качановський О.І.  
© Науковий вісник

ПОРЯДОК ВИКО  
Приходько Ната  
ГЛОБАЛЬНА СУ  
Ніконов Іван О  
РОЗВИТОК ЛАЗ  
ТА КАРТОГРАФ  
Гаврилів Іван М  
ГЛОБАЛЬНА СУ  
Мельник Жанна  
ЗАГАЛЬНИЙ П  
Головенько Вол  
та архітектури  
ВИДИ ПЕРСПЕК  
Обручніков Іван  
ресурсів»  
СПОСОБИ ОТРИ  
СТЕРЕОМОДЕЛ  
Обручніков Іван  
ресурсів»  
СУЧАСНІ ГЕОД  
Войтенко Руслан  
ВИДАТНІ ГЕОД  
Шевченко Ірина  
ЗДІЙСНЕННЯ Т  
Марченко Анна  
РОЗВИТОК ТАХ  
Камчатний Євг  
СУЧАСНІ МЕТО  
Калосовський О  
університету  
ГЕОДЕЗИЧНІ РО  
Олійник Ольга  
ЗАСТОСУВАНН  
КАДАСТРІ  
Любарський Се  
університету бу  
МИНУЛЕ І СЬО  
Мосолова Ната  
СВІТОВІ ГЕОДЕ  
КООРДИНАТ У  
Вовк М.М., Лит  
РОЗГРАФЛЕНН  
Бочка Людмила  
ЗАГАЛЬНІ ВІДО  
Шевчук Анатол  
СУЧАСНІ СИСТ  
Лагоднюк Роман  
університету бі  
ХАРАКТЕРИСТ  
ДОКУМЕНТАЦІ  
Пуд Ірина Вал  
ГЕОІНФОРМАЦІ  
Валинцев Олек  
«Ногайський ко  
ВИКОРИСТАНН  
ПРОЦЕСІ  
Клевець Андрій  
ГЕОІНФОРМАЦІ  
Мельник Богдан  
ОСНОВИ РОБО  
Сатімова Надія  
архітектури ВН  
ПРОЕКТУВАНН  
Січкарь Ольга  
Вінницького НА  
НАУКОВІ ЗАСА  
ГЕОІНФОРМАЦІ  
Темняк Христин

# СПОСОБИ ОТРИМАННЯ СТЕРЕОЕФЕКТУ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЇХ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ СТЕРЕОМОДЕЛІ МІСЦЕВОСТІ

Студентка групи ЗВ-14 Заїка Олександра

Науковий керівник: Кочеригін Леонід Юрійович, к. пед. н., викладач-методист вищої категорії  
ВП НУБіП України «Боярський коледж екології і природних ресурсів»

Основною технологічною проблемою отримання стереоефекту було створення умов, за яких кожне око спостерігача бачить тільки ту складову стереопари, яка призначена для нього: ліве око бачить ліве зображення, правий – праве.

Для отримання стереоефекту, яке б сприймалося без напруження очей найбільш частіше застосовують оптичний та рідше анагліфічний способи.

Спектральне розділення лежить в основі анагліфічного методу спостереження стереоефекту. При перегляді сумарного зображення через кольорові фільтри (червоний і синьо-зелений), пропускають світлові зв'язки червоного та синього із зеленим кольорів до різних очей, формується стереоефект, так званий анагліфічний.

Розглянемо принцип побудови стереоскопічної моделі цим способом. Так при анагліфічному способі на екран  $E$  за допомогою камер проєктують зображення аеронегативів пари  $P_L$  і  $P_R$ . Проеціювання виконується за допомогою двох центрів проєкції  $S_L$  і  $S_R$  та джерел світла (рис. 1).

Для того, щоб кожне око бачило зображення лише одного аеронегативу проєктуючи промені фарбують за допомогою світлофільтрів в червоний і

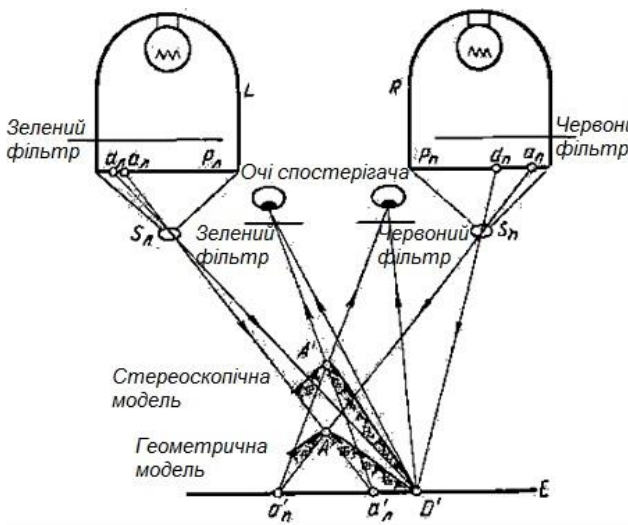


Рис. 1. Анагліфічний спосіб

зелений кольори відповідно лівої  $L$  і  $R$  правої камер. Такі ж фільтри є і в окулярах спостерігача.

При анагліфічному способі для визначення координат точок моделі на екран встановлюють вимірний столик, який пересувається в площині екрану. Екранчик вимірного столика із маркою (рис. 2), яка освітлюється, пересувається і по висоті, а під екранчиком знаходиться олівець, який знаходиться в прямовисному положенні під маркою і відмітки беруться за шкалою вимірного столика.

При анагліфічному способі стереоскопічна модель у точці, яка вимірюється, співпадає з геометричною моделлю. Цей спосіб використовується в мультиплексі (аналоговому стереоприладі тощо), але недоліком цього способу є втрата яскравості через використання світлофільтрів.

Як альтернативу цьому класичному способу розглянемо й сучасне цифрове просторове (3D) сприйняття стереомоделі. Існує чотири основних принципи поділу лівого і правого зображень для спостереження комп'ютерного стерео:

- 1) принцип спектрального поділу;
- 2) принцип тимчасового поділу;
- 3) принцип просторового поділу;
- 4) принцип фазово-поляризаційного поділу.

**Принцип спектрального поділу** використовує властивості світлофільтрів пропускати промені тільки певних кольорів і затримувати промені інших кольорів (рис. 3). Кожен піксель комп'ютерного зображення складається з трьох кольорних складових: «R», «G» і «B». На екран монітора виводять одночасно два зображення, які утворюють стереопару. При

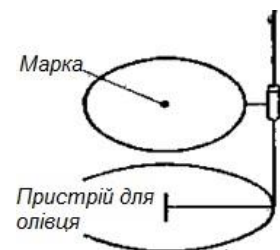


Рис. 2. Вимірний столик

цьому в кожному пікселі сумарного зображення «R» (червона) складова відповідає такій у лівому зображенні, а «G» (зелена) і «B» (синя) складові – у правому.

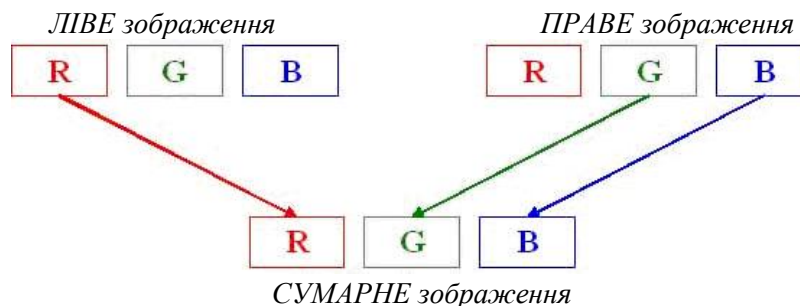


**Рис. 3. Схема анагліфічного методу відтворення стереоефекту на комп'ютері**

Кольорові фільтри для спостереження анагліфічного стереоефекту, які вставлені в оправу, називаються анагліфічними стереоокулярами (рис. 4).

**Переваги** анагліфічного стерео. Завдяки простоті (а значить і низької вартості) анагліфічних окулярів, відсутності додаткових обмежень на конфігурацію комп'ютера та швидкої адаптації спостерігача до специфічних умов сприйняття анагліфічного стерео є найбільш доступним та ідеальним рішенням для демонстраційних цілей.

**Недоліки.** Анагліфічний метод не може вважатися професійним при виконанні фотограмметричних проектів, у зв'язку із цілою низкою властивих йому недоліків:

- незначне затемнення картинки за рахунок використання кольорових фільтрів в окулярах;
- для отримання якісної стереокартини необхідно точну відповідність кольорової гами окулярів і колірному спектру монітора, в іншому випадку виникає «двоїння» контурів об'єктів, яке ускладнює їх сприйняття;
- неможливість повноцінної роботи з кольоровими зображеннями – при роботі з кольоровими растрами спостерігаються проблеми із зображенням об'єктів, які мають чисті або близькі до чистих червоному і ціанових кольорам;



**Рис. 4. Анагліфічні окуляри**

– після довгого перебування в анагліфічних окулярах у спостерігача на деякий час знижується колірна чутливість і виникає відчуття дискомфорту від сприйняття звичайного (не червоно-блакитного) світла.

**Апаратні засоби** для спостереження анагліфічного стерео:

- будь-який монітор,
- будь-який комп'ютер,
- анагліфічні окуляри.

На принципі **тимчасового розділення** заснований покадровий метод спостереження стерео. При покадровому методі на екран монітора по черзі виводяться ліве й праве зображення стереопари: 001<sub>лів</sub>, 001<sub>прав</sub>, 002<sub>лів</sub>, 002<sub>прав</sub>, 003<sub>лів</sub>, 003<sub>прав</sub> ... і т. д.

Для спостереження стереоефекту використовують спеціальні затворні рідкокристалічні стереоокуляри (рис. 5), в яких, синхронно з виведенням зображень на екран, послідовно відкриваються і закриваються (затемнюються) лівий і правий окуляр.

Для синхронізації застосовується додатковий пристрій – контролер, який визначає для якого ока зараз виводиться зображення і посилає окулярам синхроімпульс на затемнення відповідного окуляра. Сигнал подається або кабелем, у разі дротових очок, або інфрачервоним способом, у разі бездротових (рис. 6).

При досить високій частоті зміни кадрів (100 Гц) ракурси стереопари відтворюються



**Рис. 5. Затворні окуляри NVIDIA**

разом, без мерехтіння та артефактів. Цей метод знайшов широке застосування у професійному середовищі після появи ЕПТ-моніторів (моніторів на основі електронно-променевої трубки), інакше їх ще називають CRT-монітори (catod-ray tube). Моделі ЕПТ-моніторів, у яких частота кадрової розгортки не менше 100-120 Гц, як найкраще підходили для затворної технології.

У 2007-2008 роках у зв'язку з інтенсивним розвитком рідкокристалічних або LCD-технологій ЕПТ-монітори практично повністю зникли з ринку, вони були витіснені більш компактними LCD-моніторами. Крім компактності, LCD-дисплеї мають ряд переваг у порівнянні з CRT-дисплеями: більш стабільне зображення та відсутність мерехтіння.

Нині ситуація змінилася і у продажу з'явилися 3D LCD-дисплеї. Головною особливістю 3D дисплеїв є підвищена частота кадрів (120 Гц) і збільшена пропускна здатність каналу даних (використовуються обидва канали інтерфейсу DVI: DualLink DVI). В усьому іншому це звичайні LCD-дисплеї як за конструкцією, так і за споживчими властивостями.

*Переваги* покадрового методу, реалізованого на 3D LCD-дисплеях:

- порівняно невисока ціна монітора: зараз вартість 120Гц 3D дисплеїв всього у півтора-два рази вище, ніж у звичайних LCD-дисплеїв з екраном того ж розміру, але, в перспективі, їх ціни повинні зрівнятися, тому що розходження в конструкції є не принципові;
- стандартні габарити;
- сумісність з наявними стандартами графіки (OpenGL – для професійних відеокарт, DirectX (Nvidia) 3D Vision – для відеокарт на основі чипсетів Nvidia Geforce).

*Недоліки:*

– мерехтіння зображення через імпульсивність режиму показу (зображення показуються послідовно на одному екрані). Для зниження мерехтіння зазвичай підвищують частоту кадрів і вважається, що при частоті кадрів  $\geq 120$  Гц, мерехтіння практично не видно. Однак, для LCD 3D дисплеїв проблема посилюється малою шпаруватістю показу зображення: через низьку швидкодію РК-матриці та й відповідний затвор окулярів відкривається не відразу із зміною кадрів, а тільки по завершенні перемикання матриці дисплея. Як результат, при частоті кадрів 120 Гц з робочим періодом 16 мсек. кожне зображення показується тільки 2 мсек (тобто шпаруватість 1:8, у CRT-дисплеїв – 1:2), що значно збільшує загальне мерехтіння зображення.

– значне зниження яскравості зображення: типове пропускання РК-затворів у відкритому стані становить 20-35%, тому, при шпаруватості відкривання затвора 1:8, результуюча яскравість стереозображення не перевищує 5% від яскравості екрану в монорежимі, що створює додаткове навантаження на зір оператора і значно погіршує якість стереоефекту, особливо на динамічних сценах.

– висока ціна затворів очок і додаткові витрати на елементи живлення при їх експлуатації

При **просторовому поділі** на монітор одночасно виводяться ліве і праве зображення стереопари (рис. 7). При цьому кожен піксель екрану містить зображення, відповідне тільки одному з двох ракурсів стереопари: лівому або правому. Просторове розділення має декілька реалізацій, кожна з яких лежить в основі одного із наступних методів стереоспостереження: *бінокулярний; інтерлейсний; автостереоскопії; дзеркальний.*

**Бінокулярний метод.** Просторове розділення може бути реалізоване у вигляді одночасного виведення лівого і правого зображень у ліву і праву частини дисплея (рис. 8). В якості додаткових пристроїв, застосовуваних для спостереження стереозображення, в даному випадку виступають спеціальні оптичні системи (стереоскопічні насадки). Істотними недоліками такого методу є різке (у два рази) звуження поля зору і нерухоме положення оператора.



*Рис. 6. Безпроводні затворні окуляри NVIDIA з емітером*

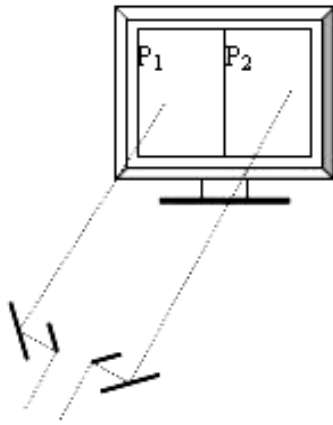


*Рис. 7. Просторове розділення*

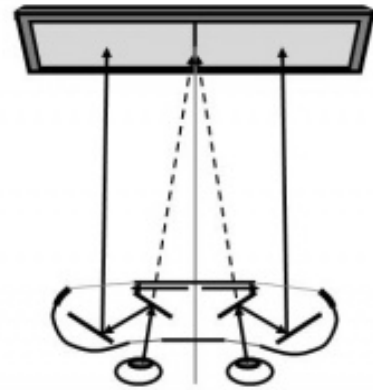


*Рис. 8. Стереоскопічні насадки*

Нині цей метод практично не застосовується. Як виняток, він застосовується при отриманні стереоефекту на ЦФС «Дельта» та деяких інших приладах і моделях (ці прилади більш оптичного способу ніж анагліфічного).

**Інтерлейсний метод.** Цей просторовий поділ має місце у випадку «інтерлейсного» відображення стереопари: одна половина стереопари виводиться на парних рядках, інша – на непарних. Таким чином, відбувається чергуюче змішування обох ракурсів в одному кадрі.

Крім того, ліве і праве зображення мають ортогональну лінійну або протилежно спрямовану кругову поляризацію, завдяки чому відбувається поділ зображень для лівого і правого очей при перегляді через поляризаційні окуляри (рис. 9). При використанні кругової поляризації, оператор може змінювати нахил голови без втрати стереозображення (рис. 10).



*Рис. 9. Поляризаційні окуляри фірми Zalman (Корея)*

*Переваги* інтерлейсного методу на прикладі поляризаційних окулярів фірми Zalman (Корея):

- прийнятна ціна апаратних засобів: вартість інтерлейсних стереодисплеїв порівнянна з ціною 120 Гц LCD-дисплеїв, але окуляри істотно дешевше, що помітно знижує вартість системи в цілому. Поляризаційні окуляри не треба купувати окремо, вони входять у комплект поставки інтерлейсного стереомонітора;

- стандартні габарити монітора;

- зручність поляризаційних окулярів. Як правило,

поляризаційні окуляри набагато легше затворних, не забезпечені дротами і зовні дуже схожі на звичайні окуляри з діоптріями. Можливий варіант виконання окулярів у вигляді насадки-кліпси для кріплення на оправу звичайних окулярів з діоптріями;

- відсутність мерехтіння, що властиве покадровому методу;

- відсутність обмежень на відеокарту.

*Недоліки:*

- втрата вертикальної здатності вдвічі і мікросмугастість за рахунок використання тільки половини рядків кожного кадру;

- підвищена стомлюваність від розглядання тривалий час нерівного «смугастого» зображення;

- при проведенні вимірювань і промальовуванні дрібних об'єктів для компенсації ефекту втрати вертикальної здатності необхідно працювати у збільшеному масштабі, що не завжди комфортно;

- даний стереорежим пристосований, в основному, для повноекранного перегляду, тобто у віконному режимі стає нечитабельним текст та елементи інтерфейсу вікон;

- обмежена підтримка на рівні відеокарт, відеодрайверів і графічних стандартів (OpenGL).

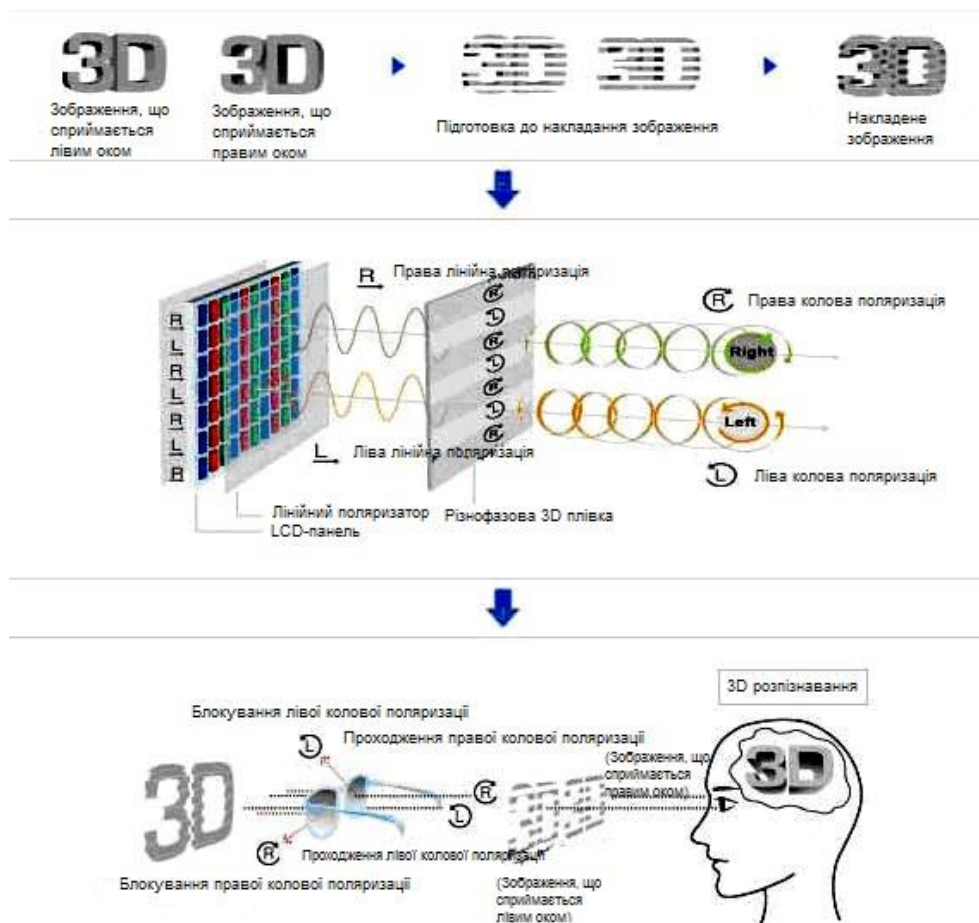


**Рис. 10. Схема реалізації інтерлейсного методу за допомогою спеціального інтерлейсного стереодисплея і поляризаційних окулярів**

Апаратні засоби для спостереження інтерлейсний стерео:

- спеціальні інтерлейсний стереодисплей;
- поляризаційні окуляри.

**Автостереоскопія.** Даний метод заснований на принципі просторового розділення ракурсів стереопари, оскільки тут (так як і в інтерлейсному методі) використовується черезстрочкове змішування лівого і правого зображень в одному кадрі. Проте в даному випадку має місце вертикальний, а не горизонтальний інтерлейс. Для подальшого поділу зображень використовується ефект бар'єру паралакса (рис. 11 і 12).

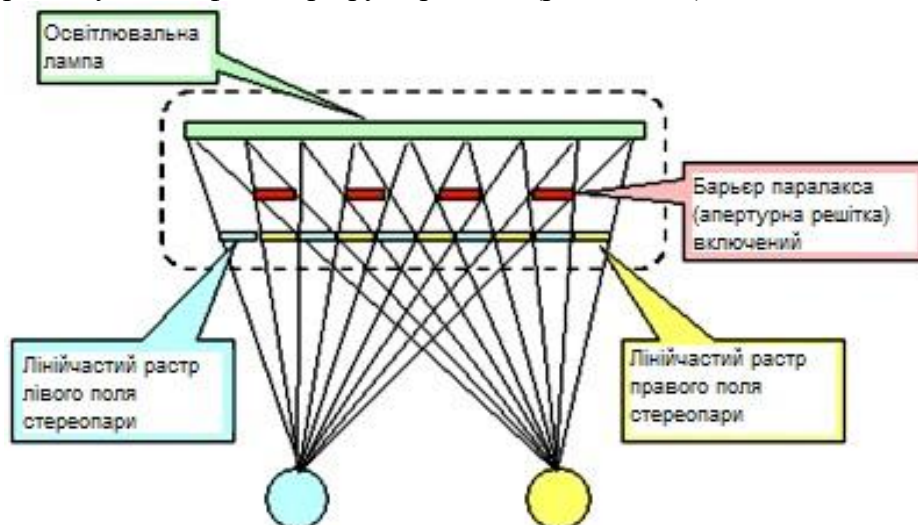


**Рис. 11. Стереорежим (бар'єр паралакса включений)**

*Недоліки:*

- втрата горизонтальної здатності вдвічі.
- стереорозширення може бути видно тільки в певних «зонах сприйняття», відхилення від яких призводить до втрати стереозображення.

*Апаратні засоби для спостереження автостереоскопії:*

- автостереоскопічні LCD-монітори.

**Дзеркальний метод.** У разі дзеркального методу просторове розділення двох ракурсів стереопари відбувається за допомогою двох LCD-панелей, зафіксованих під певним кутом один до одного у спеціальному корпусі. Кожна панель відображає один із ракурсів стереопари. Між панелями знаходиться напівпрозоре дзеркало. Така конструкція носить назву дзеркальний стереомонітор.

*Переваги автостереоскопічного методу:*

- стандартні габарити монітора.
- стереоокуляри не потрібні.

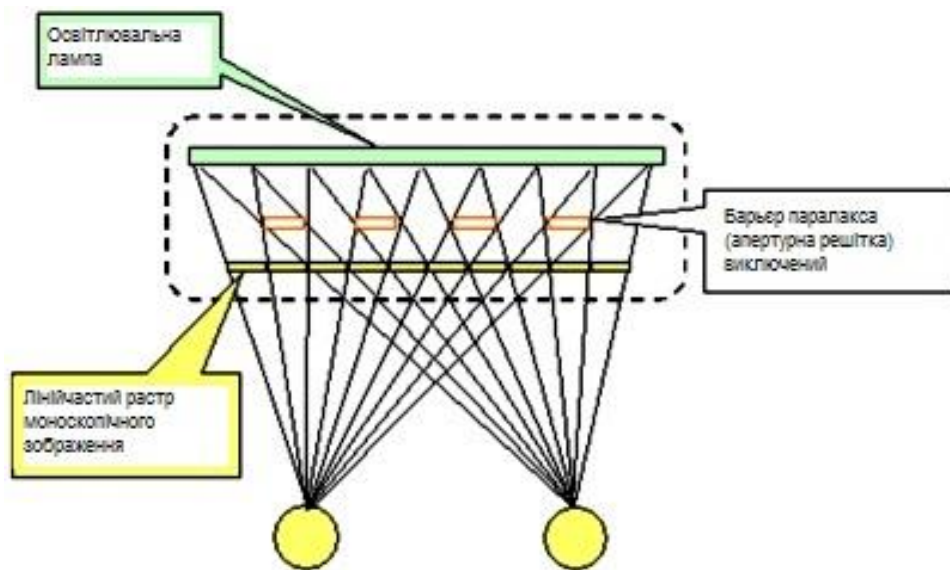


**Рис. 12. Монорежим (бар'єр паралакса відключений)**

Різні моделі дзеркальних стереомоніторів відрізняються між собою за:

- способом розташування горизонтального монітора (верхній або нижній);
- за ступенем відкритості корпусу (відкритий, напівзакритий і закритий) (рис. 13-15).



**Рис. 13. Стереомонітор Planar (верхнє розташування горизонтальної LCD-панелі, відкритий корпус)**



**Рис. 14. Стереомонітор StereoPixel (нижнє розташування горизонтальної LCD-панелі, напівзакритий корпус)**

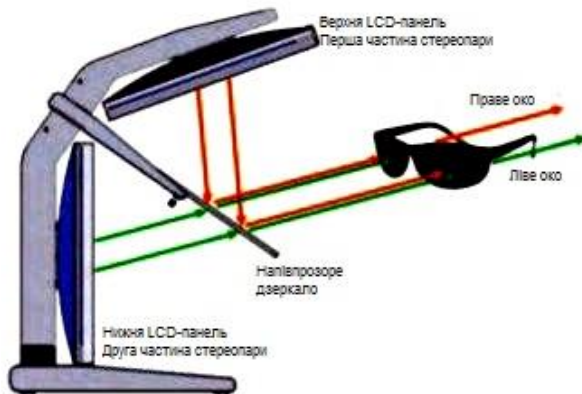


**Рис. 15. Стереомонітор True3Di (верхнє розташування горизонтальної LCD-панелі, закритий корпус)**

Крізь напівпрозоре дзеркало видно екран одного монітора і відображення екрана другого монітора. Система від'юстована таким чином, що у 2D режимі зображення ідеально збігаються і однакові за яскравістю, тоді як у 3D виникає чіткий стереоефект.

Кожен із двох моніторів вже поляризований (до LCD-панелі приклеєна відповідна плівка). У дзеркальному ж відображенні, поляризація змінюється на протилежну, і тому лівий та правий ракурси виходять з різною поляризацією. Відповідно, остаточне розділення ракурсів для лівого і правого очей відбувається за допомогою пасивних поляризаційних окулярів (рис. 16).

а)



б)

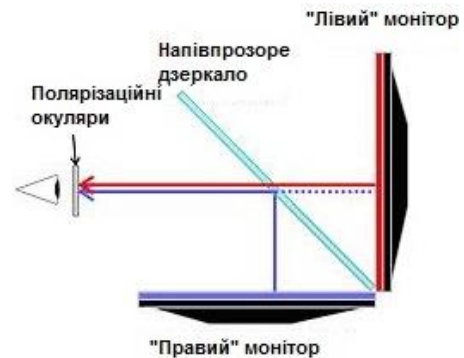


**Рис. 16. Схема принципу дії стереоскопічного спостереження знімків у цифровому форматі**

**а) для дзеркальних моніторів Planar;**

**б) для дзеркальних моніторів StereoPixel.**

*Переваги* дзеркального методу:

- висока якість зображення: відсутність мерехтіння, властивого покадрового методу;
- легкі поляризаційні окуляри;
- гарна сумісність з наявним програмним забезпеченням. Для роботи у віконному стереорежимі потрібні професійні відеокарти (Nvidia Quadro FX, ATI FireGL тощо) з апаратною підтримкою стереорозширень (QuadBuffer) OpenGL, або спеціалізовані прикладні програми, які б підтримували безпосереднє виведення на 2 екрани.

*Недоліки:*

- висока ціна;
- обмежене дзеркалом поле зору, яке ускладнює навчання і спільну роботу декількох користувачів;
- великі габарити у порівнянні з габаритами CRT-дисплеями з тим же розміром екрану.

*Апаратні засоби* для спостереження стереоефекту дзеркальним методом:

- спеціальні дзеркальні LCD-монітори,
- поляризаційні окуляри,
- професійні відеокарти (Nvidia Quadro FX, ATI FireGL і т. п.) з апаратною підтримкою стереорозширень (QuadBuffer) OpenGL, або спеціалізовані прикладні програми, які б підтримували безпосереднє виведення на 2 екрани.

**Фазово-поляризаційний поділ** – це оригінальний спосіб отримання стереоефекту, яке не застосовувалося раніше. Цей метод заснований на представленні стереопари як суми двох ортогонально-орієнтованих поляризованих зображень. Технічно це реалізується установкою другої РК-панелі без поляризаційних фільтрів, яке переломлює в залежності від співвідношення яскравості пікселя на лівій і правій половині стереопари. На першій панелі в кожному пікселі задається сумарна інтенсивність, а на другий – орієнтація площини поляризації світла. На поляризаційних фільтрах окулярів відбувається зворотнє перетворення сигналів де зображення для лівого і правого ока знову розділяються (рис. 17):

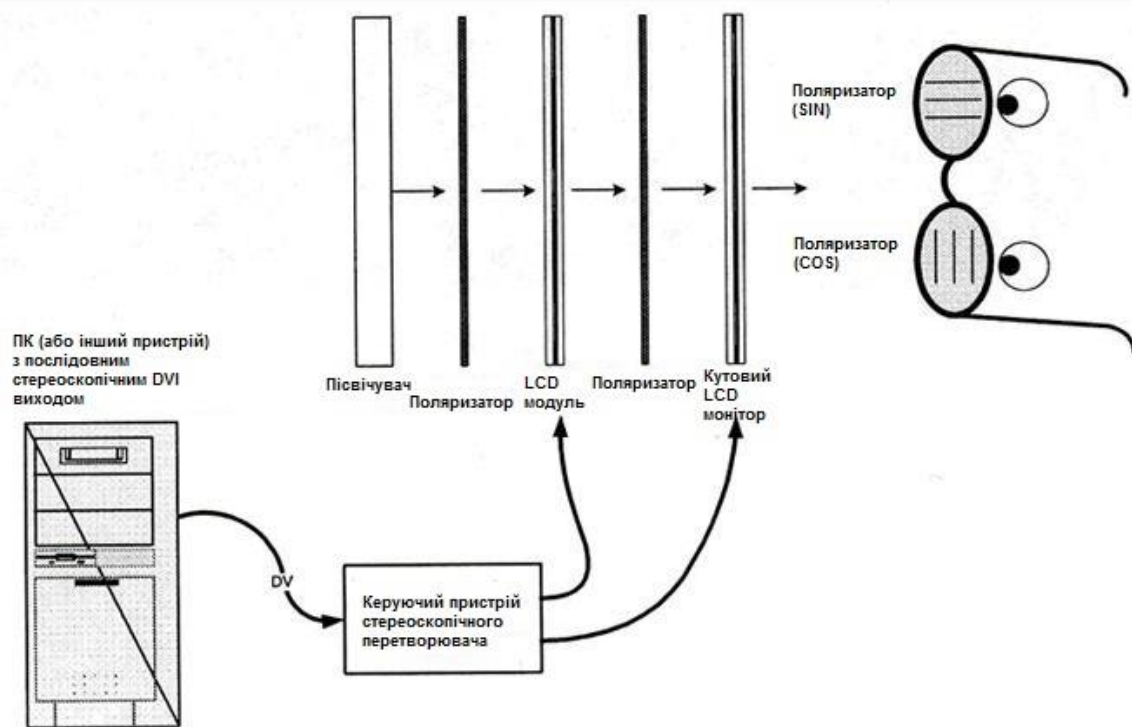


Рис. 17. Фазово-поляризаційна схема отримання стереоефекту

Переваги поляризаційно-фазових дисплеїв такі:

- невеликі габарити дисплея;
- застосування легких пасивних поляризаційних окулярів;
- збереження вихідної здатності РК-матриць.
- відсутність мерехтіння, властиве покадровому методу.

Загальними недоліками, властивими поляризаційно-фазовим дисплеям є:

- невисокий стереоконтраст (тобто неповний поділ ракурсів стереопари – гхостінг);
- артефакти (спотворення зображення) через похибки повороту кута поляризації РК-матрицею і неточного суміщення пікселів моделюючої та фазуючої матриць, особливо вздовж країв екрану.
- зниження якості зображення в 2D режимі через наявність додаткового фазування матриці.

Апаратні засоби:

- спеціальні фазово-поляризаційні стереомонітори,
- поляризаційні окуляри.

Стереоскопічну модель місцевості можливо також отримати за допомогою різноманітного роду оптичних систем. Так одним із найпростіших стереоприладів такого роду – стереоскоп.

Аерофотознімки під стереоскоп необхідно розташувати таким чином, щоб ліве та праве око розглядали одні й ті ж самі точки на різних

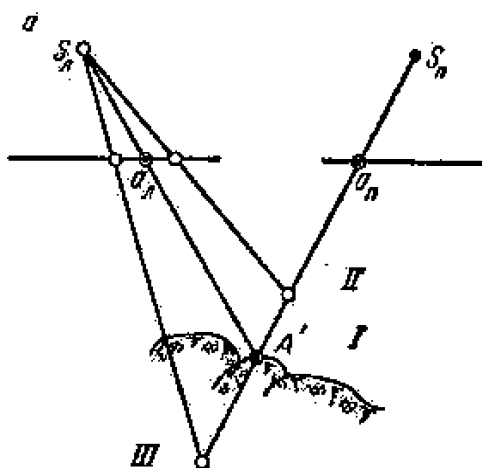


Рис. 18. Сутність способу мнимої марки

аерофотознімках і досягали стереоскопічного ефекту.

Для стереоскопічних вимірювань при оптичному способі отримання моделі застосовують спосіб *мнимої марки*. Для цього беруть два кусочки лавсану і на кожному з них наколюють і затушовують точку. В момент суміщення ці точки спостерігач побачить як одну марку, яка буде торкатися точки *A* (рис. 18 – I). Якщо ліву марку зсунути в право, при цьому

поздовжній паралакс марки збільшиться, спостерігач побачить, що марка начебто висить в повітрі над моделлю (рис. 18 – II).

Якщо ліву марку зсунути вліво, при цьому поздовжній паралакс марки зменшиться, спостерігач побачить дві марки (рис. 18 – III).

Таким чином можна візувати марку на поверхні моделі, змінюючи віддаль між марками або між аерофотознімками. На цьому принципі оснований оптичний спосіб і при мікрометричних рухах виконується суміщення марок з відповідними точками аерофотознімків.

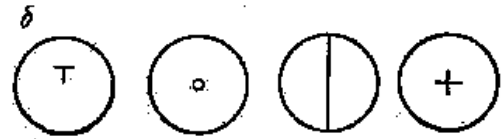


**Рис. 19. Види марок**

Висока точність вимірювання способом мнимої марки є причиною поширеного застосування цього способу майже на усіх стереофотограмметричних приладах. На рис. 19 показані різного роду марки, які застосовують на різних стереоприладах цієї дії.

### **Література**

1. Дорожинський О.Л., Тукай Р. Фотограмметрія. Підручник. – Львів. Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008. – 332 с.: стор. 44-47 (укр.).
2. Инвалев А.С., Зинченко О. Н., Смирнов А.Н., Чекурин А.Д. Обзор современных 3D стереодисплеев. Интернет ресурс [http://www.stereo-pixel.ru/docs/prensa/mv\\_mag/3Ddisplays.htm](http://www.stereo-pixel.ru/docs/prensa/mv_mag/3Ddisplays.htm)
3. Кордуба Ю.Г., Смірнов Є.І. Фотограмметрія: Навчальний посібник. – К.: МАПУ, 2007. – 256 с.: стор. 89-129 (укр.).
4. Мурашев С.А., Гебгарт Я.И., Кислицын А.С. Аэрофотогеодезия: учеб. – М. : Недра, 1985. – 287 с.: ил.: стор.162-199 (рос.).
5. Фельдман М.Й., Фостіков А.О. Фотограмметрія: підруч. – Київ, 1998,-316 с.: іл.: стор.274-285 (рос.).